

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-036544

(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/083

H01L 41/09

(21)Application number : 2000-222568

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 24.07.2000

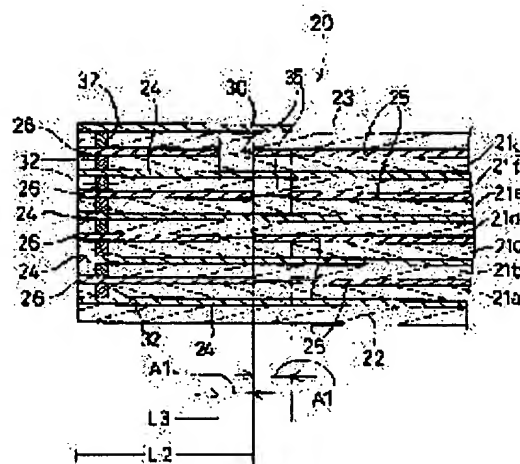
(72)Inventor : ISONO JUN  
TAKAGI ATSUHIRO

## (54) PIEZOELECTRIC ACTUATOR IN PIEZOELECTRIC INK JET PRINTER HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce warp deformation of the entire piezoelectric actuator 20 based on the alternating pattern layers of individual electrode 24 and common electrode 25 at the time of laminating piezoelectric sheets.

**SOLUTION:** Piezoelectric sheets 22, 21b, 21d, 21f, 22 where an individual electrode 24 is formed on one wide face and piezoelectric sheets 21a, 21c, 21e, 21g where a common electrode 25 and a dummy individual electrode 26 are formed on one wide face are laminated alternately, a top sheet 23 is laminated on the surface thereof and surface electrodes 30, 31 are formed on the surface thereof. The common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 are shifted alternately in the short side direction of the piezoelectric sheet for every other lamination such that the break 35 between the common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 is located closely to one side edge thereof.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

[Claim(s)]

[Claim 1] The mold cavity plate equipped with two or more nozzles and the pressure room for every nozzle of this in the 1st direction seriate, It consists of an electrostrictive actuator which is made to carry out the laminating of the piezo-electric sheet in which the pattern of the drive electrode made to drive for said every pressure room was formed on the front face, and changes. In the piezo-electric formula ink jet printer head which carries out a laminating and becomes said mold cavity plate about this piezo-electric actuator so that each drive electrode in the piezo-electric actuator concerned may correspond to each pressure room The break of the pattern of the drive electrode formed in the front face of each of said piezo-electric sheet The piezo-electric actuator in the piezo-electric type ink jet printer head characterized by to have been able to shift suitably in said 1st direction of the piezo-electric sheet concerned, and the 2nd direction which intersects perpendicularly, and having arranged in it for every other [ of the piezo-electric sheet which carries out a laminating ] sheet.

[Claim 2] The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the individual electrode corresponding to each pressure room of said drive electrodes might be prolonged along said 2nd direction, The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the common electrode of said drive electrodes and a dummy individual electrode might be prolonged along said 2nd direction through a break The piezo-electric actuator in the piezo-electric formula ink jet printer head according to claim 1 characterized by having arranged by turns for every other [ of a laminating ] so that it may be located in a 1 side-edge side with the edge of said individual electrode and a dummy individual electrode parallel to the 1st direction of a piezo-electric sheet.

[Claim 3] It is a piezo-electric actuator in the piezo-electric formula ink jet printer head according to claim 2 characterized by arranging the pattern of said common electrode at the central site of said 2nd direction of a piezo-electric sheet, and arranging the pattern of an individual electrode and a dummy individual electrode to the right-and-left edges-on-both-sides approach part of said 2nd direction of said piezo-electric sheet.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In the ink jet printer head of a piezo-electric formula, this invention relates to the electrostrictive actuator of the plate mold used for this printing drive, and relates to the configuration of the common electrode as a drive electrode for impressing driver voltage, and an individual electrode in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the piezo-electric type ink jet printer head of the mold of the advanced technology on demand The mold cavity plate equipped with two or more nozzles and the pressure room for every nozzle of this as indicated by the specification of an application for patent No. 72678 [ 2000 to ], It consists of an electrostrictive actuator of the plate mold which carried out the laminating on both sides of the piezo-electric sheet (green sheet which consists of a ceramic ingredient) with the common electrode common to plane individual electrode and two or more adjoining pressure rooms which were formed for said every pressure room. What carried out the laminating of this electrostrictive actuator to said mold cavity plate so that the electrode according to each in the electrostrictive actuator concerned might correspond to each pressure room is indicated. In that case, it is the long side edge and the letter of parallel of a mold cavity plate, two or more nozzles were arranged in the center section of the shorter side (cross direction) seriate, and the pressure room corresponding to this is arranged in the direction of a long side on both sides across Chuo Line of the cross direction of a mold cavity plate seriate according to the shorter side edge and the letter of parallel of the mold cavity plate concerned.

[0003] Therefore, as shown in drawing 9 and drawing 10 , the laminating of the piezo-electric sheets 103a, 103c, 103e, and 103g which have the individual electrode 101, and the piezo-electric sheets 103b, 103d, 103f, and 103h which have the common electrode 102 is carried out by turns. The individual electrode 101 in an electrostrictive actuator 100 faces across Chuo Line of the cross direction (shorter side) of a piezo-electric sheet. And on both sides It is arranged in the direction of a long side seriate in the shorter side edge and the letter of parallel of the piezo-electric sheet concerned. The common electrode 102 Ranging over Chuo Line of the cross direction (shorter side) of a piezo-electric sheet, it is formed in the part except the part near a pair of long side of a piezo-electric sheet in the shape of an abbreviation rectangle by plane view ranging over all the pressure rooms of said both sides. Furthermore, it was the thing which opens the side edge and break (spacing) 109 of a longitudinal direction of the common electrode 102 concerned in a piezo-electric sheets [ which have said common electrode 102 / 103b 103d, 103f, and 103h ] front face and by which the dummy individual electrode 104 is formed in the same vertical location as said individual electrode radical 101. The dummy individual electrode 104 lessens change of the partial thickness at the time of carrying out the laminating of a piezo-electric sheet and the electrode, although it does not contribute to deformation of an electrostrictive actuator. in addition, in the front face of the top sheet 105 which is a piezo-electric sheet of the maximum upper layer The surface electrodes 106 and 107 linked to the terminal area of the flexible flat cable (not shown) for giving the impression signal from an external circuit to the corresponding individual electrode 101 and the corresponding common electrode 102 are formed. The side-face electrode 108 for extending in the thickness direction of a piezo-electric sheet, and connecting electrically individual electrode 101 and dummy individual electrode 104 comrades in the same vertical location is formed in a pair of long side side face of a piezo-electric sheet (refer to drawing 10 ).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, printing formation of an individual electrode or the common electrode is carried out with a conductive paste in the double width side of a piezo-electric sheet (green sheet) at the shape of a thin layer, and if it calcinates after carrying out the laminating of this piezo-electric sheet and pressing it, it will set in the vertical direction of a laminating. In principle, it is the hardest to contract the part of only a green sheet,

and more parts with the layer of an electrode contact.

[0005] In the condition of having carried out the laminating of 103h and 105 for example, it is shown in drawing 10 -- as -- piezo-electric sheet of nine sheets 103a- For example, when the location of the break 109 of the pattern of the dummy individual electrode 104 and the pattern of the common electrode 102 makes the same the dimension L1 from the long side edge of the piezo-electric sheet 103, In said break 109 part, if the vertical direction is seen from the center line (center line of the thickness direction of piezo-electric sheet 103e of the bottom to the 5th sheet) 110 of the thickness of an electrostrictive actuator 100 In the upper half, it turns out that the bias of the consistency of the film of the polar zone (namely, electrical conducting material) has approached the center line side, and the bias is separated from a center line in the lower half side. For this reason, contraction in the part which is separated from the center line will curve the whole electrostrictive actuator, and curvature to which the layer of the both sides said whose break 109 parts are pinched bends rapidly (a part for a bend is ) downward occurs in the electrostrictive actuator 100 in drawing 10 .

[0006] When it was such, the magnitude of curvature was too large in bending rapidly and adhesion immobilization of one side of the double width side of an electrostrictive actuator was carried out with adhesives in the double width side of a mold cavity plate, it made it the crooked part that a clearance was made etc., and good immobilization was not completed, but there was a problem which the defect of the leakage of ink generates.

[0007] This invention makes it a technical technical problem to offer the electrostrictive actuator of the plate mold which solved such a problem.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this technical technical problem, the electrostrictive actuator in the piezo-electric type ink jet printer head of invention according to claim 1 The mold cavity plate equipped with two or more nozzles and the pressure room for every nozzle of this in the 1st direction seriate, It consists of an electrostrictive actuator which is made to carry out the laminating of the piezo-electric sheet in which the pattern of the drive electrode made to drive for said every pressure room was formed on the front face, and changes. In the piezo-electric formula ink jet printer head which carries out a laminating and becomes said mold cavity plate about this piezo-electric actuator so that each drive electrode in the piezo-electric actuator concerned may correspond to each pressure room For every other [ of the piezo-electric sheet which carries out a laminating ] sheet, the break of the pattern of the drive electrode formed in the front face of each of said piezo-electric sheet can be suitably shifted in said 1st direction of the piezo-electric sheet concerned, and the 2nd direction which intersects perpendicularly, and is arranged in it.

[0009] And invention according to claim 2 is set to the piezo-electric actuator in a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1. The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the individual electrode corresponding to each pressure room of said drive electrodes might be prolonged along said 2nd direction, The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the common electrode of said drive electrodes and a dummy individual electrode might be prolonged along said 2nd direction through a break It arranges by turns for every other [ of a laminating ] so that it may be located in a 1 side-edge side with the edge of said individual electrode and a dummy individual electrode parallel to the 1st direction of a piezo-electric sheet.

[0010] Moreover, in a piezo-electric actuator [ in / in invention according to claim 3 / a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 2 ], the pattern of said common electrode is arranged at the central site of said 2nd direction of a piezo-electric sheet, and the pattern of an individual electrode and a dummy individual electrode is arranged to the right-and-left edges-on-both-sides approach part of said 2nd direction of said piezo-electric sheet.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained about a drawing.

Drawing 1 , drawing 7 , and drawing 8 show the piezo-electric formula ink jet printer head by the gestalt of operation of this invention. In these drawings, the flexible flat cable 40 shall be piled up and joined to the top face of the electrostrictive actuator 20 of the plate mold by which a laminating is carried out to the mold cavity plate 10 made from a metal plate with adhesives for connection with an external instrument, and ink shall place the regurgitation upside down from the nozzle by which opening was carried out to the inferior-surface-of-tongue side of the mold cavity plate 10 of the lowest layer.

[0012] Said mold cavity plate 10 is constituted as shown in drawing 3 and drawing 4 . That is, it is the structure which carried out the laminating of the thin metal plate of five sheets of the manifold plate 12 of 11 or 2 nozzle plates, the spacer plate 13, and a base plate 14. The nozzle 15 for ink jet of the diameter of minute is formed in said nozzle plate 11 in the shape of [ of two trains ] staggered arrangement along the 1st direction (the direction of a long side) in the nozzle plate 11 concerned. That is, along with two datum lines 11a and 11b parallel to said 1st direction of a nozzle plate 11, many nozzles 15 are drilled by the alternate array at spacing of the minute pitch P. The ink paths 12a and 12b are drilled

by said two manifold plates 12 so that it may extend along with the both sides of the train of said nozzle 15. However, it dents and ink path 12b in the bottom manifold plate 12 which meets a nozzle plate 11 is formed so that it may open only to the manifold plate 12 up side concerned (refer to drawing 4 ). These ink paths 12a and 12b have structure sealed by the laminating of said spacer plate 13 to the upper manifold plate 12. Moreover, many of the pressure room 16 of the narrow width prolonged in the 2nd direction (the direction of a shorter side) which intersects perpendicularly with said base plate 14 to the center line along the long side (said 1st direction) is drilled. And if the longitudinal datum lines 14a and 14b of the letter of parallel are set up on right-and-left both sides on both sides of said center line Tip 16a of the pressure room 16 on the left of said center line is located on longitudinal datum-line 14a of said left-hand side. Conversely, since tip 16a of the pressure room 16 on the right of said longitudinal center line is located on longitudinal datum-line 14b of said right-hand side and tip 16a of the pressure room 16 of these right and left is arranged by turns The pressure room 16 of right-and-left both sides will be arranged by turns so that it may extend to hard flow mutually alternately.

[0013] Tip 16a of each of this pressure room 16 is open for free passage through the through tube 17 of the diameter of minute currently drilled by the nozzle 15 of said alternate array in said nozzle plate 11 in the alternate array as well as said spacer plate 13 and both the manifolds plate 12. On the other hand, other end 16b of each of said pressure room 16 is open for free passage through the through tube 18 drilled in the right-and-left both-sides part in said spacer plate 13 to the ink paths 12a and 12b in said both manifolds plate 12. In addition, as shown in drawing 4 , it dents and said other end 16b is formed so that opening may be carried out only to the inferior-surface-of-tongue side of a base plate 14. Moreover, the filter 29 for the dust removal in the ink supplied to the top face of feed-holes 19a drilled in the end section of the base plate 14 of the maximum upper layer from the upper ink tank is stretched.

[0014] By this the ink which flowed in said ink path 12a and 12b from the feed holes 19a and 19b of drilling in the end section of said said base plate 14 and the spacer plate 13 After being distributed in said each pressure room 16 through said each through tube 18 from this ink path 12a, it passes along said through tube 17, and has the composition of resulting in the nozzle 15 corresponding to the pressure room 16 concerned from the inside of each of this pressure room 16.

[0015] On the other hand, said electrostrictive actuator 20 is the structure which carried out the laminating of the piezo-electric sheets 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f, 21g, 22, and 23 of nine sheets, as shown in drawing 5 and drawing 6 . It counts upwards from the piezo-electric sheet 22 of the bottom, and it among said each piezo-electric sheet. In the top face (double width side) of the odd-numbered piezo-electric sheets 21b, 21d, and 21f For every part of each pressure room 16 in said mold cavity plate 10, the individual electrode 24 of a narrow width was formed in seriate along the 1st direction (the direction of a long side), and the electrode 24 according to each is prolonged to near the edge section of the long side of each piezo-electric sheet along said 1st direction and the 2nd direction which intersects perpendicularly.

[0016] The common common electrode 25 is formed in the piezo-electric sheets [ of an even level eye / 21a, 21c, 21e, and 21g ] top face (double width side) from the bottom to two or more pressure rooms 16.

[0017] In the operation gestalt, the width-of-face dimension of the electrode 24 according to each [ said ] is set as wrap extent in the double width section in the plane view in the corresponding pressure room 16 so that he can understand from drawing 4 and drawing 5 .

[0018] Since the pressure room 16 is arranged by 2 seriate along said 1st direction (long side) by the center-section side of the shorter side of the aforementioned base plate 14, on the other hand, said common electrode 25 While being formed in plain-view substantially rectangle-shaped [ which is prolonged along a long side in the center of the piezo-electric sheets / of an even level eye / 21a, 21c, 21e, and 21g / direction of a shorter side ] so that the pressure rooms 16 and 16 of the two trains may be covered in one Near the edge section of a pair of piezo-electric sheets [ of this even level eye / 21a, 21c, 21e, and 21g ] shorter side, the drawer sections 25a and 25a of the edge section concerned mostly prolonged covering an overall length are formed in one.

[0019] and the vertical location (corresponding location) same in the part in which it is a front face near the edge section of a pair of piezo-electric sheets [ of said even level eye / 21a, 21c, 21e, and 21g ] long side, and said common electrode 25 is not formed as the electrode 24 according to each [ said ] -- the individual electrode 24 concerned and abbreviation -- the dummy individual electrode 26 with short die length is formed with the same width-of-face dimension. In this case, as shown in drawing 5 and drawing 6 , the edge of each dummy individual electrode 26 is separated as there is a break 35 of a proper clearance dimension (A1) to the side edge of the 1st direction of said common electrode 25 (direction along a long side). And the die length in every other one of the layer of the dummy individual electrode 26 is set as merits and demerits like L2 and L3 (<L2), and the location of the break 35 of the pattern of the edge of the dummy individual electrode 26 and the side edge of the common electrode 25 can be shifted every other [ of the laminating of a piezo-electric sheet ] sheet in the 2nd direction of the piezo-electric sheet concerned (the direction of a



shorter side).

[0020] With an operation gestalt, from the bottom, the die length L2 of the dummy individual electrode 26 in the 2nd layer (piezo-electric sheet 21a) and the 6th layer (piezo-electric sheet 21e) is set up so that only the clearance dimension a 1 may become long from the die length L3 of the dummy individual electrode 26 in the 4th layer (piezo-electric sheet 21c) and the 8th layer (piezo-electric sheet 21g).

[0021] Thus, while the width of face of the break 35 of the pattern of the edge of the dummy individual electrode 26 in the 2nd direction (cross direction) of as the electrostrictive actuator 20 whole and the side edge of the common electrode 25 becomes large with 2xA1 by constituting Since the bias in the 2nd direction of the consistency of the electrode layer of the thickness direction as the electrostrictive actuator 20 whole in the 35 breaks concerned decreases It is small, and the curvature (curvature which serves as upward convex in part of said break 35) deformation of the cross direction (the 2nd direction) of the electrostrictive actuator 20 after calcinating at a back process is not what bent at the sudden include angle, either, and is made also as for the curvature to what curved quietly in the big radius. Consequently, when adhesion immobilization of the electrostrictive actuator 20 is carried out at the mold cavity plate 10, the clearance (space) between the adhesion side does not occur, but the effectiveness that the defect of the ink leakage by the condition of having become a product as an ink jet can be prevented is done so. Moreover, in said adhesion process, the effectiveness that the adhesion pressure which pushes both is also made to a low load is done so so that the double width side (adhesion side) of an electrostrictive actuator 20 and the mold cavity plate 10 may become flat.

[0022] On the other hand, it counts upwards from the piezo-electric sheet 22 of the bottom, and it, and the dummy common electrode 27 is formed in the location (the edge section of a pair of shorter side of a piezo-electric sheet the same vertical location, near) corresponding to said drawer sections 25a and 25a among the top faces (double width side) of the odd-numbered piezo-electric sheets 21b, 21d, and 21f.

[0023] Along with the edge section of the long side, the surface electrode 30 to each of the electrode 24 according to each [ said ] and the surface electrode 31 to said common electrode 25 are formed in the top face of the top sheet 23 of said maximum upper case.

[0024] Furthermore, except for the piezo-electric sheet 22 of said bottom, a through hole 32 is drilled in all other piezo-electric sheets 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f, and 21g and top sheets 23 so that the dummy individual electrode 26 may be mutually open for free passage in the individual electrode 24 list of said each surface electrode 30 and the location (the same vertical location) corresponding to it. Similarly, it is said at least one surface electrode 31 (with an operation gestalt). So that the surface electrode 31 of the location of four corners of the top sheet 23, the common electrode 25 of the location (the same vertical location) corresponding to it, or its drawer section 25a may be mutually open for free passage Drill a through hole 33 and a through hole 32 and the conductive ingredient with which it filled up in 33 are minded. It constitutes as individual electrode 24 comrades of each class and it, and the corresponding surface electrode 30 of a location are connected electrically, and it constitutes as common electrode 25 comrades of each class and it, and the corresponding surface electrode 31 of a location are similarly connected electrically.

[0025] The electrostrictive actuator 20 of a configuration of having described above is manufactured by approach which is described below. That is, corresponding to two or more individual electrodes 24 and the location in which it throws away into and the dummy common electrode 27 as an electrode of a pattern is formed, a through hole 32 is beforehand drilled in the part of each piezo-electric sheet among the front faces of the 1st material sheet (ceramic green sheet) which arranges the plurality of the piezo-electric sheets 21b, 21d, 21f, and 22 in said one electrostrictive actuator 20 in in the shape of a matrix, and it comes to unify. Similarly, corresponding to two or more common electrodes 25 and the location in which it throws away into and the dummy individual electrode 26 as an electrode of a pattern is formed, a through hole 33 is beforehand drilled in the part of each piezo-electric sheet among the front faces of the 2nd material sheet (ceramic green sheet) which arranges piezo-electric sheets [ 21a 21c, 21e, and 21g ] plurality in in the shape of a matrix, and it comes to unify. Furthermore, through holes 32 and 33 are drilled in the part of the top sheet 23 like the above to the location in which two or more surface electrodes 30 and 31 are formed among the front faces of the 3rd material sheet (ceramic green sheet) which arranges the plurality of the top sheet 23 in the shape of a matrix, and it comes to unify.

[0026] On the front face of each piezo-electric sheets 21b, 21d, 21f, and 22, and the individual electrode 24 and the dummy common electrode 27 If the common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 are formed in a piezo-electric sheets [ 21a, 21c, 21e, and 21g ] front face by screen-stencil of conductive paste on the front face of the top sheet 23, respectively, the part of surface electrodes 30 and 31 Since it has penetrated to the vertical double width side of the 1st and 2nd material sheet, said conductive paste permeates also into each through hole 32 and 33, and \*\*\*\*\* of said each through holes 32 and 33 becomes possible in respect of the upper and lower sides of a sheet by each electrode section through these each through holes 32 and 33. Subsequently, after drying each green sheet, a laminating is carried

out, and it unifies by subsequently to the direction of a laminating pressing, and is made the layered product of one sheet. It calcinates after that.

[0027] the piezo-electric sheet 21 of two or more sheets and top sheet by which the laminating was carried out by this up and down -- the upper and lower sides -- said individual electrode 24 and the dummy individual electrode 26 of the same location are electrically connected with the part of a surface electrode 30 -- it will carry out and will connect as electrically [ it is the same and / the common electrode 25 of two or more upper and lower sides, and the dummy common electrode 27 ] as the part of a surface electrode 31 (refer to drawing 6 ).

[0028] And to said mold cavity plate 10, laminating immobilization of the electrostrictive actuator 20 of such a plate mold of a configuration is carried out so that the electrode 24 according to each in the electrostrictive actuator 20 concerned may correspond to each of each pressure room 16 in said mold cavity plate 10 (refer to drawing 1 and drawing 7 ). Moreover, various kinds of circuit patterns (not shown) in this flexible flat cable 40 are electrically joined to said each surface electrodes 30 and 31 by the front face of the top in this electrostrictive actuator 20 by said flexible flat cable's 40 piling up and pressing it.

[0029] In this configuration, by impressing an electrical potential difference between the individual electrode 24 of arbitration, and the common electrode 25 among the electrodes 24 according to each in said electrostrictive actuator 20 By distortion of the direction of a laminating by piezo-electricity occurring into the part of the individual electrode 24 which impressed said electrical potential difference among the piezo-electric sheets 21 and 22, and reducing the content volume of the pressure room 16 corresponding to the electrode 24 according to each [ said ] to it by this distortion The ink in this pressure room 16 blows off from a nozzle 15 liquid drop-like, and predetermined printing is performed (refer to drawing 8 ).

[0030] In the electrostrictive actuator 20 of said configuration While individual electrode 24 comrades and common electrode 25 comrades which were formed in the front face of each piezo-electric sheet through the through holes 32 and 33 which penetrate the double width side of the piezo-electric sheet by which the laminating is carried out in the thickness direction are electrically connectable Are electrically connectable also with the surface electrodes 30 and 31 formed in the front face of the top sheet 23. Like before So that individual electrode 24 comrades and common electrode 25 comrades may be electrically connected on the periphery side face of the thickness direction of an electrostrictive actuator 20 The effectiveness that lack of the current carrying part of individual electrode 24 comrades resulting from a handler or a fixture contacting during manufacture of an electrostrictive actuator 20 and the assembly of this electrostrictive actuator 20 or common electrode 25 comrades is lost compared with the case where a side-face electrode is formed is done so.

[0031] And since said through holes 32 and 33 are not formed, even if the mold cavity plate 10 is constituted from conductive ingredients (for example, 42% nickel alloy steel etc.) by the piezo-electric sheet 22 used as the contact surface of an electrostrictive actuator 20 and the mold cavity plate 10, on it, a possibility that the individual electrode 24 and the common electrode 25 of the lowest layer may contact electrically to the front face of the mold cavity plate 10 completely disappears. Moreover, since through holes 32 and 33 do not exist in the piezo-electric sheet 22 contiguous to said mold cavity plate 10, even if the individual electrode 24 and the common electrode 25 are in the location which laps with the pressure room 16 in the vertical direction, the electric short pass with the water color ink in the pressure room 16 is not generated.

[0032] Consequently, there is no constraint in the installation location of the through holes 32 and 33 in an electrostrictive actuator 20, and the effectiveness that the degree of freedom of a design improves also does so.

[0033] The individual electrode 24 and the common electrode 25 the place which is what is formed in the layer in every other one of the piezo-electric sheet 21 like this operation gestalt The dummy individual electrode 26 is formed in the piezo-electric sheet between the up-and-down individual electrodes 24. Similarly the dummy common electrode 27 is formed in the piezo-electric sheet between the up-and-down common electrodes 25. By forming, respectively, the through hole 33 which opens for free passage a through hole 32 and the common electrode 25 which open these dummy individual electrodes 26 and individual electrodes 24 for free passage, and the dummy common electrode 27 The remarkable effectiveness that electrical installation of individual electrode 24 comrades of the vertical direction or common electrode 25 comrades can be certainly performed through each through holes 32 and 33 of the dummy individual electrode 26 or the dummy common electrode 27 is done so.

[0034] Moreover, although irregularity is produced when there are not the dummy individual electrode 26 and the dummy common electrode 27, and the laminating of the piezo-electric sheet is carried out, change of thickness can be lessened because there are two electrodes 26 and 27.

[0035] In addition, with an operation gestalt, the thickness of one piezo-electric sheet is 30 micrometers, and the electrical conducting material concerned can permeate into each through hole 32 and 33 by spreading of the electrical



conducting material at the time of formation (the thickness of an electrode layer is 5 micrometers of abbreviation) of the individual electrode 24, the common electrode 25, and surface electrodes 30 and 31 (restoration). When the thickness of one sheet of a piezo-electric sheet is thick, permeation (restoration) of the electrical conducting material into a through hole can be ensured by suction of the air from the background of a spreading side after spreading of said electrode (electric conduction) ingredient.

[0036] Moreover, you may make it form a metal deposit in the front face of each of said surface electrodes 30 and 31 by being immersed into plating liquid, energizing the layered product of said electrostrictive actuator through the electrode pattern of a narrow width to each surface electrodes 30 and 31 in this condition, and performing electroplating. A gold plate layer is formed on it by making a nickel-plating layer into a substrate, and a metal deposit can improve sharply the electric junction nature to said each surface electrodes 30 and 31 of each circuit pattern in said flexible flat cable 40 by formation of this metal deposit.

[0037] In addition, so that the piezo-electric sheet of the lowest layer which has the common electrode 25 may meet the base sheet 14 in the cavity sheet 10 in this invention It cannot be overemphasized that it is applicable also to what changed built-up sequence with the layer of the layer of the individual electrode 24 and the common electrode 25. Moreover, change to said through hole and a side-face electrode is formed in the side face (side face which intersects perpendicularly with the double width side in which surface electrodes 30 and 31 are formed) of the layered product of an electrostrictive actuator. While a surface electrode 30 carries out electrical installation of said individual electrode 24 comrades and the dummy individual electrode 26 comrades through said side-face electrode A surface electrode 31 may be applied to what was constituted so that electrical installation of said common electrode 25 comrades and the dummy common electrode 27 comrades might be carried out through the side-face electrode of another part. In that case, the depression slot which exposes said each drive electrodes (a common electrode, individual electrode, etc.) at least may be established in the side face which intersects perpendicularly with a table \*\*\*\* front face among said piezo-electric actuators, and the side-face electrode which flows electrically in this depression Mizouchi at said drive electrode may be formed.

[0038] Furthermore, this invention is applicable also to what made said 1st direction the direction which meets the shorter side of an electrostrictive actuator 20, and made the 2nd direction the direction along a long side.

[0039]

[Function and Effect of the Invention] As explained above, the electrostrictive actuator in the piezo-electric type ink jet printer head of invention according to claim 1 The mold cavity plate equipped with two or more nozzles and the pressure room for every nozzle of this in the 1st direction seriate, It consists of an electrostrictive actuator which is made to carry out the laminating of the piezo-electric sheet in which the pattern of the drive electrode made to drive for said every pressure room was formed on the front face, and changes. In the piezo-electric formula ink jet printer head which carries out a laminating and becomes said mold cavity plate about this piezo-electric actuator so that each drive electrode in the piezo-electric actuator concerned may correspond to each pressure room For every other [ of the piezo-electric sheet which carries out a laminating ] sheet, the break of the pattern of the drive electrode formed in the front face of each of said piezo-electric sheet can be suitably shifted in said 1st direction of the piezo-electric sheet concerned, and the 2nd direction which intersects perpendicularly, and is arranged in it.

[0040] Thus, since the width of face of the break of the pattern of a drive electrode shifts in the 2nd direction as the whole electrostrictive actuator by constituting and a bias decreases in the 2nd direction of the consistency of the electrode layer of the thickness direction as the whole electrostrictive actuator in the break part concerned, curvature deformation of the 2nd direction of the electrostrictive actuator after calcinating at a back process is also made to what curved small and quietly. Consequently, when adhesion immobilization of the electrostrictive actuator is carried out at a mold cavity plate, the clearance (space) between the adhesion side does not occur, but the effectiveness that the defect of the ink leakage by the condition of having become a product as an ink jet can be prevented is done so. Moreover, in said adhesion process, the effectiveness that the adhesion pressure which pushes both is also made to a low load is done so so that the double width side (adhesion side) of an electrostrictive actuator and a mold cavity plate may become flat.

[0041] And invention according to claim 2 is set to the piezo-electric actuator in a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1. The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the individual electrode corresponding to each pressure room of said drive electrodes might be prolonged along said 2nd direction, The piezo-electric sheet by which pattern formation was carried out so that the common electrode of said drive electrodes and a dummy individual electrode might be prolonged along said 2nd direction through a break It arranges by turns for every other [ of a laminating ] so that it may be located in a 1 side-edge side with the edge of said individual electrode and a dummy individual electrode parallel to the 1st direction of a piezo-electric sheet.

[0042] Therefore, while change of the thickness when carrying out the laminating of the piezo-electric sheet can be

lessened because there is a dummy individual electrode, by shifting a break as mentioned above, distance of the consistency of an electrode layer can be lessened and the same effectiveness as invention according to claim 1 is done so.

[0043] Moreover, in a piezo-electric actuator [ in / in invention according to claim 3 / a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 2 ], the pattern of said common electrode is arranged at the central site of said 2nd direction of a piezo-electric sheet, and the pattern of an individual electrode and a dummy individual electrode is arranged to the right-and-left edges-on-both-sides approach part of said 2nd direction of said piezo-electric sheet. By this configuration, by the electrostrictive actuator which has the individual electrode of two trains, although it generates by the right-and-left edges-on-both-sides approach part of said 2nd direction of the piezo-electric sheet concerned, curvature deformation of the 2nd direction can make that deformation small, and can do so claim 1 and the same effectiveness as invention according to claim 2.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

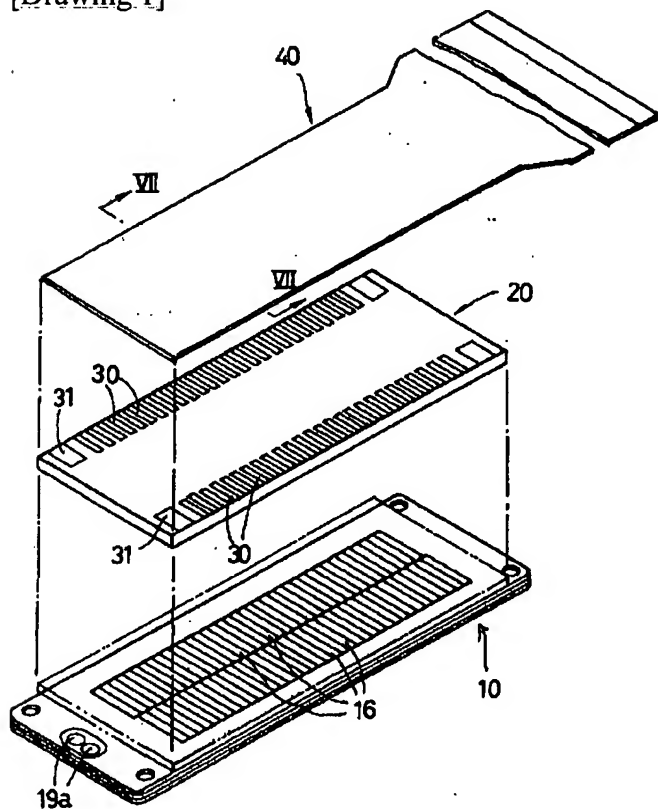
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

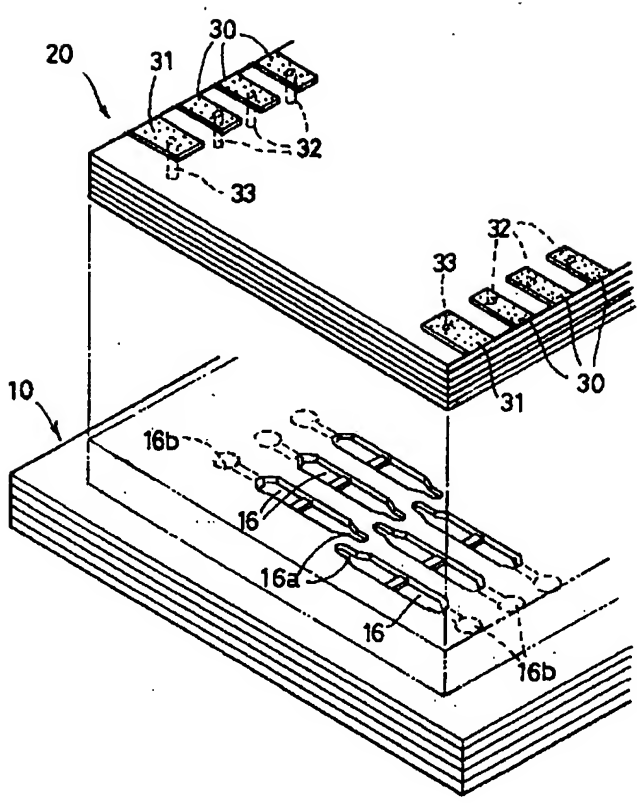
DRAWINGS

---

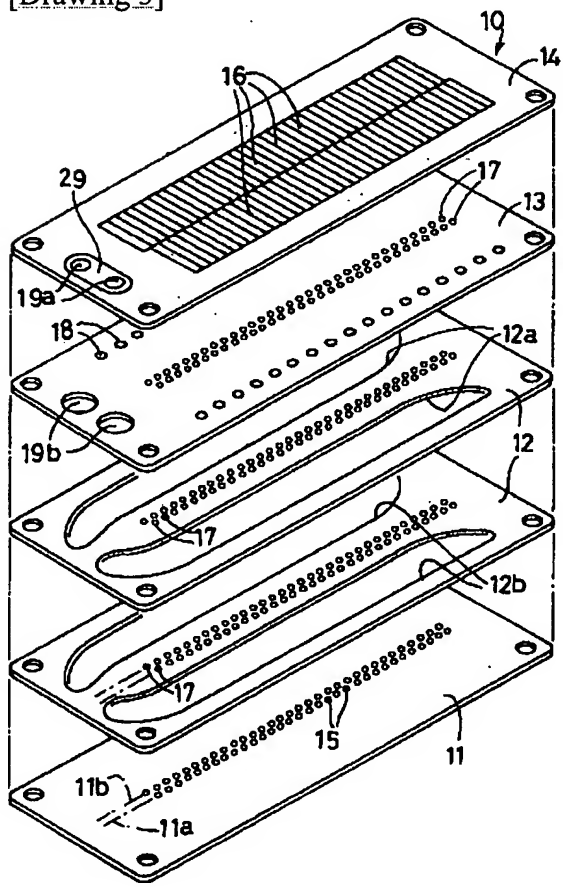
[Drawing 1]



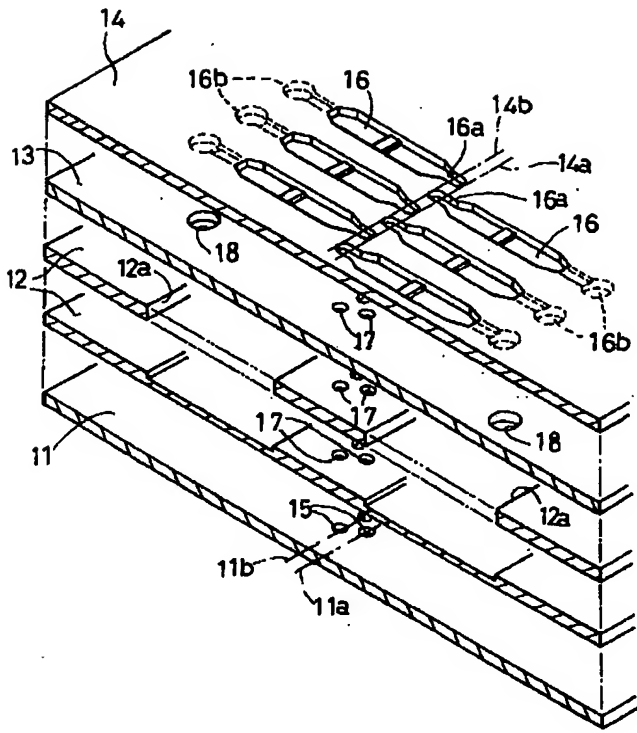
[Drawing 2]



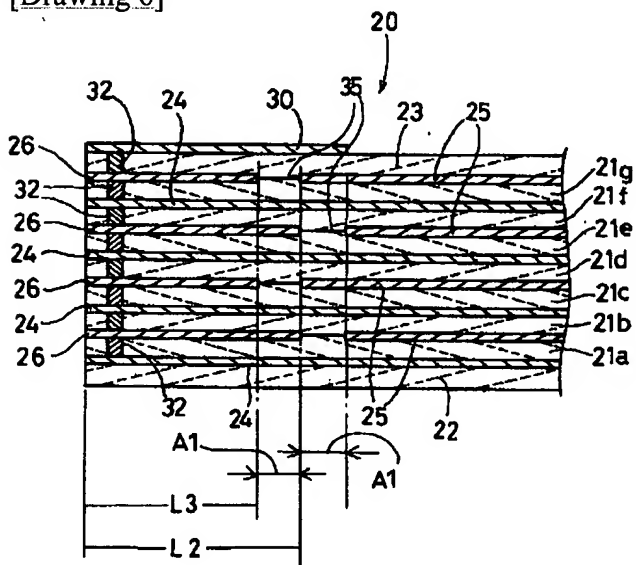
[Drawing 3]



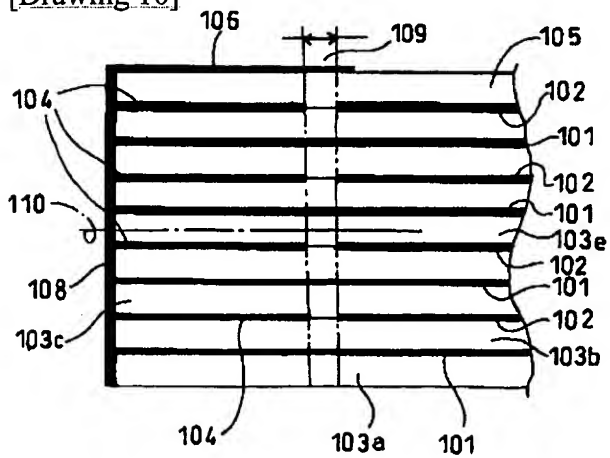
[Drawing 4]



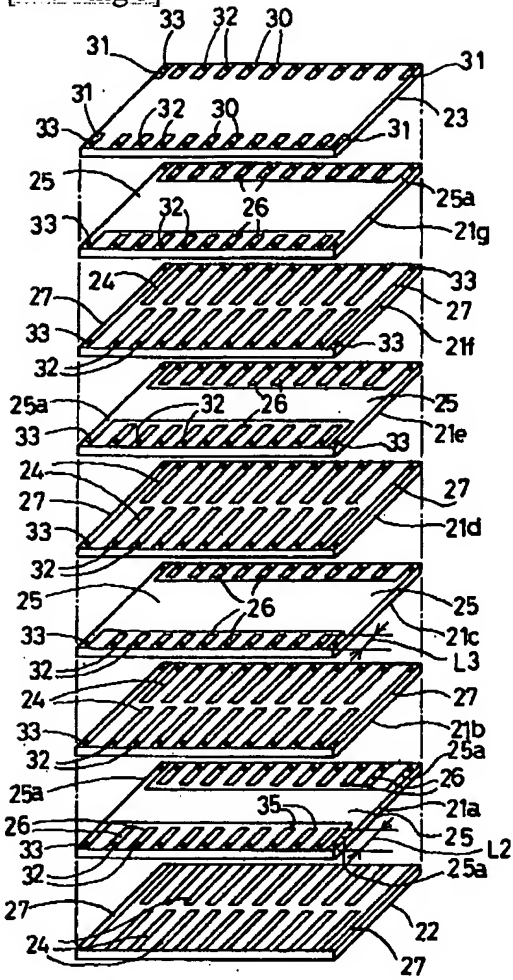
[Drawing 6]



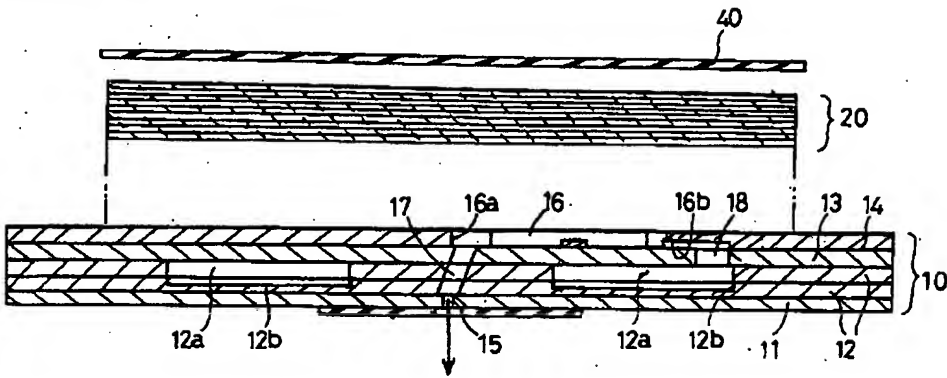
[Drawing 10]



[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Drawing 9]





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-036544

(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/083

H01L 41/09

(21)Application number : 2000-222568

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 24.07.2000

(72)Inventor : ISONO JUN

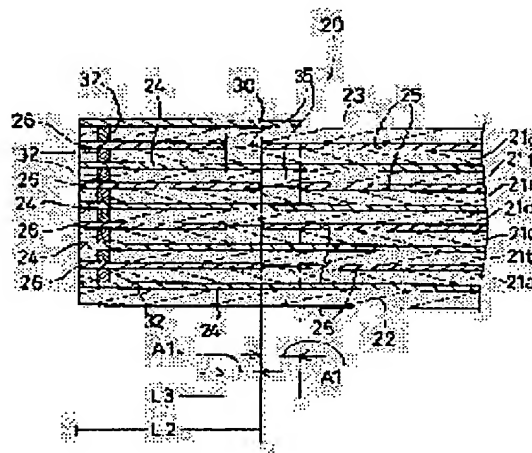
TAKAGI ATSUHIRO

## (54) PIEZOELECTRIC ACTUATOR IN PIEZOELECTRIC INK JET PRINTER HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce warp deformation of the entire piezoelectric actuator 20 based on the alternating pattern layers of individual electrode 24 and common electrode 25 at the time of laminating piezoelectric sheets.

**SOLUTION:** Piezoelectric sheets 22, 21b, 21d, 21f, 22 where an individual electrode 24 is formed on one wide face and piezoelectric sheets 21a, 21c, 21e, 21g where a common electrode 25 and a dummy individual electrode 26 are formed on one wide face are laminated alternately, a top sheet 23 is laminated on the surface thereof and surface electrodes 30, 31 are formed on the surface thereof. The common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 are shifted alternately in the short side direction of the piezoelectric sheet for every other lamination such that the break 35 between the common electrode 25 and the dummy individual electrode 26 is located closely to one side edge thereof.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-36544

(P 2002-36544A)

(43) 公開日 平成14年2月5日 (2002. 2. 5)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3

A 2C057

2/055

H 0 1 L 41/08

Q

H 0 1 L 41/083

U

41/09

審査請求 未請求 請求項の数 3

OL

(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-222568 (P2000-222568)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(22) 出願日 平成12年7月24日 (2000. 7. 24)

(72) 発明者 磯野 純

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 高木 淳宏

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(74) 代理人 100079131

弁理士 石井 暁夫 (外2名)

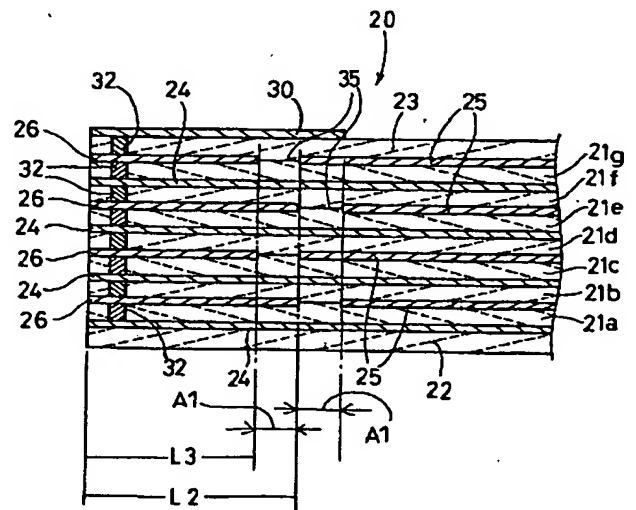
Fターム (参考) 2C057 AG15 AG37 AG44 AG48 BA04  
BA14

(54) 【発明の名称】 圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 圧電シートを積層したときの個別電極 24 とコモン電極 25 とのパターンの交互の層に基づく圧電アクチュエータ 20 全体の反り変形を少なくする。

【解決手段】 個別電極 24 が一方の広幅面に形成された圧電シート 22、21b、21d、21f、22 と、コモン電極 25 とダミー個別電極 26 とが一方の広幅面に形成された圧電シート 21a、21c、21e、21g を交互に積層し、その表面にトップシート 23 を積層し、その表面に表面電極 30、31 を形成する。その場合、コモン電極 25 とダミー個別電極 26 との切れ目 35 が、その一側縁寄りに位置するように、積層の 1 つおき毎に交互に圧電シートの短辺方向にずらし配置したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノズル及びこの各ノズル毎の圧力室を第 1 の方向に列状に備えたキャビティープレートと、前記各圧力室ごとに駆動させる駆動電極のパターンを表面に形成した圧電シートを積層させて成る圧電アクチュエータとからなり、この圧電アクチュエータを、前記キャビティープレートに、当該圧電アクチュエータにおける各駆動電極が各圧力室に対応するように積層してなる圧電式インクジェットプリンタヘッドにおいて、前記各圧電シートの表面に形成された駆動電極のパターンの切れ目を、積層する圧電シートの 1 枚おき毎に当該圧電シートの前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に適宜ずらせ配置したことを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータ。

【請求項 2】 前記駆動電極のうちの各圧力室に対応する個別電極が前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートと、

前記駆動電極のうちの共通電極とダミー個別電極とが切れ目を介して前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートとを、前記個別電極及びダミー個別電極の端部が圧電シートの第 1 の方向と平行な一側縁側に位置するように、積層の 1 つおき毎に交互に配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータ。

【請求項 3】 前記共通電極のパターンは圧電シートの前記第 2 の方向の中央側に配置され、個別電極及びダミー個別電極のパターンは前記圧電シートの前記第 2 の方向の左右両側縁寄り部位に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電式のインクジェットプリンタヘッドにおいて、この印字駆動に使用されるプレート型の圧電アクチュエータに係り、より詳しくは、駆動電圧を印加するための駆動電極としての共通電極及び個別電極の構成に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 先行技術のオンディマンド型の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおいては、特願 2000-72678 号の明細書に記載されているように、複数のノズル及びこの各ノズルごとの圧力室を備えたキャビティープレートと、前記各圧力室ごとに形成された平面状の個別電極及び隣接する複数の圧力室に共通する共通電極により圧電シート（セラミック材料からなるグリーンシート）を挟んで積層したプレート型の圧電アクチュエータとからなり、この圧電アクチュエータを、前記キャビティープレートに、当該圧電アクチュエータにおける各個別電極が各圧力室に対応するように積層したものが開示されている。その場合、複数のノズルをキ

ャビティープレートの長辺縁と平行状であって、短辺（幅方向）の中央部に列状に配列し、これに対応する圧力室が、キャビティープレートの幅方向の中央線を挟んで両側にて、当該キャビティープレートの短辺縁と平行状にて長辺方向に列状に配置されていた。

【0003】 従って、図 9 及び図 10 に示すように、個別電極 101 を有する圧電シート 103a, 103c, 103e, 103g と共通電極 102 を有する圧電シート 103b, 103d, 103f, 103h とを交互に積層する。そして、圧電アクチュエータ 100 における個別電極 101 は圧電シートの幅方向（短辺）の中央線を挟んで両側にて、当該圧電シートの短辺縁と平行状にて長辺方向に列状に配置されており、共通電極 102 は、圧電シートの幅方向（短辺）の中央線に跨がり、且つ前記両側の全ての圧力室に跨がり、圧電シートの対の長辺部に近い部位を除く箇所に平面視で略矩形状に形成されている。さらに、前記共通電極 102 を有する圧電シート 103b, 103d, 103f, 103h の表面には、当該共通電極 102 の長手方向の側縁と切れ目（間隔）109 を開けてダミー個別電極 104 が前記個別電極 101 と同じ上下位置に形成されているものであった。ダミー個別電極 104 は、圧電アクチュエータの変形には寄与しないが、圧電シートと電極を積層した際の部分的な厚さの変化を少なくするものである。なお、最上層の圧電シートであるトップシート 105 の表面には、外部回路からの印加信号に対応する個別電極 101 及び共通電極 102 に付与するためのフレキシブルフラットケーブル（図示せず）の端子部と接続する表面電極 106、107 が形成され、圧電シートの対の長辺部側面に、圧電シートの厚さ方向に延び同じ上下位置における個別電極 101 とダミー個別電極 104 同士を電気的に接続するための側面電極 108 が形成されている（図 10 参照）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、個別電極や共通電極を導電性ペーストにて圧電シート（グリーンシート）の広幅面に薄層状に印刷形成し、該圧電シートを積層し、プレスした後、焼成すると、積層の上下方向において、原則として、グリーンシートのみ部分が最も収縮し難く、電極の層のある部分がより多く収縮する。

【0005】 例えば、図 10 に示すように、9 枚の圧電シート 103a～103h、105 を積層した状態において、例えば、ダミー個別電極 104 のパターンと共通電極 102 のパターンとの切れ目 109 の位置が、圧電シート 103 の長辺縁からの寸法 L1 を同じにすると、前記切れ目 109 部分において、圧電アクチュエータ 100 の厚さの中心線（下から 5 枚目の圧電シート 103e の厚さ方向の中心線）110 から上下方向を見ると、上半分では電極部（即ち導電材料）の膜の密度の偏

りは、中心線側に寄っていて、下半分側では偏りが中心線から離れていることが分かる。このため、中心線から離れている部分での収縮が圧電アクチュエータ全体を反らせることになり、図 10 における圧電アクチュエータ 100 では、前記切れ目 109 部分を挟む両側の層が下向きに急激に（湾曲部分が少なく）折れ曲がるような反りが発生する。

【0006】このような、急激に曲がったり、反りの大きさが大きすぎると、圧電アクチュエータの広幅面の片面をキャビティープレート 10 の広幅面に接着剤にて接着固定するとき、曲がった部分に隙間ができる等して、良好な固定ができず、インクの漏れという不良が発生する問題があった。

【0007】本発明は、このような問題を解消したプレート型の圧電アクチュエータを提供することを技術的課題とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この技術的課題を達成するため、請求項 1 に記載の発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータは、複数個のノズル及びこの各ノズル毎の圧力室を第 1 の方向に列状に備えたキャビティープレートと、前記各圧力室ごとに駆動させる駆動電極のパターンを表面に形成した圧電シートを積層させて成る圧電アクチュエータとからなり、この圧電アクチュエータを、前記キャビティープレートに、当該圧電アクチュエータにおける各駆動電極が各圧力室に対応するように積層してなる圧電式インクジェットプリンタヘッドにおいて、前記各圧電シートの表面に形成された駆動電極のパターンの切れ目を、積層する圧電シートの 1 枚おき毎に当該圧電シートの前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に適宜ずらせ配置したものである。

【0009】そして、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータにおいて、前記駆動電極のうちの各圧力室に対応する個別電極が前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートと、前記駆動電極のうちのコモン電極とダミー個別電極とが切れ目を介して前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートとを、前記個別電極及びダミー個別電極の端部が圧電シートの第 1 の方向と平行な一側縁側に位置するように、積層の 1 つおき毎に交互に配置したものである。

【0010】また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータにおいて、前記コモン電極のパターンは圧電シートの前記第 2 の方向の中央側に配置され、個別電極及びダミー個別電極のパターンは前記圧電シートの前記第 2 の方向の左右両側縁寄り部位に配置したものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面について説明する。図 1、図 7 及び図 8 は、本発明の実施の形態による圧電式インクジェットプリンタヘッドを示す。これらの図において、金属板製のキャビティープレート 10 に対して積層されるプレート型の圧電アクチュエータ 20 の上面には、外部機器との接続のために、フレキシブルフラットケーブル 40 が接着剤にて重ね接合されているものであり、最下層のキャビティープレート 10 の下面側に開口されたノズルから下向きにインクが吐出するものとする。

【0012】前記キャビティープレート 10 は、図 3 及び図 4 に示すように構成されている。すなわち、ノズルプレート 11、二枚のマニホールドプレート 12、スペーサプレート 13 及びベースプレート 14 の五枚の薄い金属板を積層した構造である。前記ノズルプレート 11 には、微小径のインク噴出用のノズル 15 が、当該ノズルプレート 11 における第 1 の方向（長辺方向）に沿って 2 列の千鳥配列状に設けられている。即ち、ノズルプレート 11 の前記第 1 の方向と平行な 2 つの基準線 11a、11b に沿って、微小ピッチ P の間隔で千鳥状配列にて多数個のノズル 15 が穿設されている。前記二枚のマニホールドプレート 12 には、インク通路 12a、12b が、前記ノズル 15 の列の両側に沿って延びるように穿設されている。但し、ノズルプレート 11 に対面する下側マニホールドプレート 12 におけるインク通路 12b は、当該マニホールドプレート 12 の上側にのみ開放するように凹み形成されている（図 4 参照）。このインク通路 12a、12b は、上側のマニホールドプレート 12 に対する前記スペーサプレート 13 の積層により密閉される構造になっている。また、前記ベースプレート 14 には、その長辺（前記第 1 の方向）に沿う中心線に対して直交する第 2 の方向（短辺方向）に延びる細幅の圧力室 16 の多数個が穿設されている。そして、前記中心線を挟んで左右両側にて平行状の長手基準線 14a、14b を設定すると、前記中心線より左側の圧力室 16 の先端 16a は前記左側の長手基準線 14a 上に位置し、逆に前記長手中心線より右側の圧力室 16 の先端 16a は前記右側の長手基準線 14b 上に位置し、且つこの左右の圧力室 16 の先端 16a が交互に配置されているので、左右両側の圧力室 16 は一つおきに互いに逆方向に延びるように交互に配置されていることになる。

【0013】この各圧力室 16 の先端 16a は、前記ノズルプレート 11 における前記千鳥状配列のノズル 15 に、前記スペーサプレート 13 及び両マニホールドプレート 12 に同じく千鳥状配列にて穿設されている微小径の貫通孔 17 を介して連通している。一方、前記各圧力室 16 の他端 16b は、前記スペーサプレート 13 における左右両側部位に穿設された貫通孔 18 を介して、前記両マニホールドプレート 12 におけるインク通路 12

a、12bに連通している。なお、前記他端16bは、図4に示すように、ベースプレート14の下面側にのみ開口するように凹み形成されているものである。また、最上層のベースプレート14の一端部に穿設された供給孔19aの上面には、その上方のインクタンクから供給されるインク中の塵除去のためのフィルタ29が張設されている。

【0014】これにより、前記前記ベースプレート14及びスパーサプレート13の一端部に穿設の供給孔19a、19bから前記インク通路12a、12b内に流入したインクは、このインク通路12aから前記各貫通孔18を通して前記各圧力室16内に分配されたのち、この各圧力室16内から前記貫通孔17を通して、当該圧力室16に対応するノズル15に至るといった構成になっている。

【0015】一方、前記圧電アクチュエータ20は、図5及び図6に示すように、9枚の圧電シート21a、21b、21c、21d、21e、21f、21g、22、23を積層した構造で、前記各圧電シートのうち最下段の圧電シート22とそれから上方へ数えて奇数番目の圧電シート21b、21d、21fの上面（広幅面）には、前記キャビティプレート10における各圧力室16の箇所ごとに細幅の個別電極24が、第1の方向（長辺方向）に沿って列状に形成され、各個別電極24は前記第1の方向と直交する第2の方向に沿って各圧電シートの長辺の端縁部近傍まで延びている。

【0016】下から偶数段目の圧電シート21a、21c、21e、21gの上面（広幅面）には、複数の圧力室16に対して共通のコモン電極25が形成されている。

【0017】実施形態においては、図4、図5から理解できるように、前記各個別電極24の幅寸法は対応する圧力室16における平面視での広幅部を覆う程度に設定されている。

【0018】他方、圧力室16は前記のベースプレート14の短辺の中央部側で、前記第1の方向（長辺）に沿って2列状に配列されているので、前記コモン電極25は、その2列の圧力室16、16を一体的に覆うように、偶数段目の圧電シート21a、21c、21e、21gの短辺方向の中央において長辺に沿って延びる平面視略矩形状に形成されると共に、該偶数段目の圧電シート21a、21c、21e、21gの対の短辺の端縁部近傍では当該端縁部のほぼ全長にわたって延びる引き出し部25a、25aが一体的に形成されている。

【0019】そして、前記偶数段目の圧電シート21a、21c、21e、21gの対の長辺の端縁部近傍の表面であって、前記コモン電極25が形成されていない箇所には、前記各個別電極24と同じ上下位置（対応する位置）に、当該個別電極24と略同じ幅寸法で長さの短いダミー個別電極26を形成する。この場合、図5及

び図6に示すように、各ダミー個別電極26の端部は前記コモン電極25の第1の方向（長辺に沿う方向）の側縁に対して適宜の隙間寸法（A1）の切れ目35があるように隔てる。しかも、ダミー個別電極26の層の1つおきの長さをL2とL3（ $L3 < L2$ ）のように長短に設定して、ダミー個別電極26の端部とコモン電極25の側縁とのパターンの切れ目35の位置を圧電シートの積層の1枚おきに当該圧電シートの第2の方向（短辺方向）にずらせるのである。

【0020】実施形態では、下から2番目の層（圧電シート21a）及び6番目の層（圧電シート21e）でのダミー個別電極26の長さL2を、4番目の層（圧電シート21c）及び8番目の層（圧電シート21g）でのダミー個別電極26の長さL3より隙間寸法A1だけ長くなるように設定する。

【0021】このように構成することにより、圧電アクチュエータ20全体としての第2の方向（幅方向）でのダミー個別電極26の端部とコモン電極25の側縁とのパターンの切れ目35の幅が $2 \times A1$ と大きくなると共に、当該切れ目35箇所における圧電アクチュエータ20全体としての厚さ方向の電極層の密度の第2の方向での偏りが少なくなるから、後工程で焼成した後の圧電アクチュエータ20の幅方向（第2の方向）の反り（前記切れ目35の箇所で上向き凸となる反り）変形量も小さく、その反りも急な角度で折れ曲がったものではなく、大きな半径で穏やかに湾曲したものにてできる。その結果、圧電アクチュエータ20をキャビティプレート10に接着固定した場合に、その接着面での隙間（空間）が発生せず、インクジェットとしての製品となった状態でのインク漏れという不良を防止できるという効果を奏する。また、前記接着工程において、圧電アクチュエータ20とキャビティプレート10との広幅面（接着面）が平坦になるように、両者を押しつける接着圧力も低荷重にできるという効果を奏する。

【0022】他方、最下段の圧電シート22とそれから上方へ数えて奇数番目の圧電シート21b、21d、21fの上面（広幅面）のうち、前記引き出し部25a、25aに対応する位置（同じ上下位置、圧電シートの対の短辺の端縁部近傍）には、ダミーコモン電極27を形成するのである。

【0023】前記最上段のトップシート23の上面には、その長辺の端縁部に沿って、前記各個別電極24の各々に対する表面電極30と、前記コモン電極25に対する表面電極31とが、設けられている。

【0024】さらに、前記最下段の圧電シート22を除いて、他の全ての圧電シート21a、21b、21c、21d、21e、21f、21gとトップシート23とは、前記各表面電極30と、それに対応する位置（同じ上下位置）の個別電極24並びにダミー個別電極26とが互いに連通するように、スルーホール32を穿設す



る。同様に、前記少なくとも1つの表面電極31（実施形態では、トップシート23の4隅の位置の表面電極31）と、それに対応する位置（同じ上下位置）のコモン電極25乃至はその引き出し部25aが互いに連通するように、スルーホール33を穿設し、スルーホール32、33内に充填された導電性材料を介して、各層の個別電極24同士及びそれと対応する位置の表面電極30とが電氣的に接続されているように構成し、同じく、各層のコモン電極25同士及びそれと対応する位置の表面電極31とが電氣的に接続されているように構成するものである。

【0025】前記した構成の圧電アクチュエータ20は、以下に述べるような方法で製造される。即ち、前記一つの圧電アクチュエータ20における圧電シート21b、21d、21f、22の複数個をマトリックス状に並べて一体化してなる第1素材シート（セラミックグリーンシート）の表面のうち各圧電シートの箇所に、複数個の個別電極24と、捨てパターンの電極としてのダミーコモン電極27を設ける位置に対応して予めスルーホール32を穿設する。同様に、圧電シート21a、21c、21e、21gの複数個をマトリックス状に並べて一体化してなる第2素材シート（セラミックグリーンシート）の表面のうち各圧電シートの箇所に、複数個のコモン電極25と、捨てパターンの電極としてのダミー個別電極26を設ける位置に対応して予めスルーホール33を穿設する。さらに、前記と同様に、トップシート23の複数個をマトリックス状に並べて一体化してなる第3素材シート（セラミックグリーンシート）の表面のうちトップシート23の箇所に、複数個の表面電極30、31を設ける位置に対してスルーホール32、33を穿設する。

【0026】そして、各圧電シート21b、21d、21f、22の表面に個別電極24及びダミーコモン電極27を、圧電シート21a、21c、21e、21gの表面にコモン電極25及びダミー個別電極26を、トップシート23の表面に表面電極30、31の箇所を、それぞれ、導電ペーストのスクリーン印刷にて形成すると、前記各スルーホール32、33は、第1、第2素材シートの上下広幅面に貫通しているため、各スルーホール32、33内にも前記導電ペーストが浸入し、該各スルーホール32、33を介して各電極部分でシートの上下面で導電通可能となる。次いで、各グリーンシートを乾燥した後、積層し、次いで積層方向にプレスすることで一体化して、一枚の積層体にする。その後焼成する。

【0027】これにより、上下に積層された複数枚の圧電シート21とトップシートとは上下同じ位置の前記個別電極24及びダミー個別電極26が表面電極30の箇所と電氣的に接続されるし、同じく上下複数枚のコモン電極25及びダミーコモン電極27が表面電極31の箇所と電氣的に接続されることになる（図6参照）。

【0028】そして、このような構成のプレート型の圧電アクチュエータ20は、前記キャビティプレート10に対して、当該圧電アクチュエータ20における各個別電極24が前記キャビティプレート10における各圧力室16の各々に対応するように積層固定される（図1、図7参照）。また、この圧電アクチュエータ20における上側の表面には、前記フレキシブルフラットケーブル40が重ね押圧されることにより、このフレキシブルフラットケーブル40における各種の配線パターン（図示せず）が、前記各表面電極30、31に電氣的に接合される。

【0029】この構成において、前記圧電アクチュエータ20における各個別電極24のうち任意の個別電極24と、コモン電極25との間に電圧を印加することにより、圧電シート21、22のうち前記電圧を印加した個別電極24の部分に圧電による積層方向の歪みが発生し、この歪みにて前記各個別電極24に対応する圧力室16の内容積が縮小されることにより、この圧力室16内のインクが、ノズル15から液滴状に噴出して、所定の印字が行われる（図8参照）。

【0030】前記構成の圧電アクチュエータ20においては、積層されている圧電シートの広幅面を厚さ方向に貫通するスルーホール32、33を介して各圧電シートの表面に形成された個別電極24同士やコモン電極25同士を電氣的に接続できると共にトップシート23の表面に形成された表面電極30、31にも電氣的に接続できるのであって、従来のように、圧電アクチュエータ20の厚さ方向の外周側面にて個別電極24同士やコモン電極25同士を電氣的に接続するように、側面電極を形成した場合に比べて、圧電アクチュエータ20の製造中とか、この圧電アクチュエータ20の組み立て中に、ハンドラー又は治具等が接触することに起因する個別電極24同士やコモン電極25同士の導電部の欠落がなくなるという効果を奏する。

【0031】しかも、圧電アクチュエータ20とキャビティプレート10との接触面となる圧電シート22には、前記スルーホール32、33が形成されていないから、もしキャビティプレート10が導電性材料（例えば、42%ニッケル合金鋼等）で構成されていても、最下層の個別電極24やコモン電極25がキャビティプレート10の表面に対して電氣的に接触するおそれが全くなくなる。また、前記キャビティプレート10と隣接する圧電シート22にスルーホール32、33が存在しないから、圧力室16と上下方向で重なる位置に個別電極24やコモン電極25があっても、圧力室16内の水性インクとの電氣的短絡現象は発生しない。

【0032】その結果、圧電アクチュエータ20におけるスルーホール32、33の設置位置に制約がなく設計の自由度が向上するという効果も奏する。

【0033】個別電極24やコモン電極25は圧電シー

ト 21 の 1 つおきの層に形成されるものであるところ、本実施形態のように、上下の個別電極 24 の間の圧電シートにダミー個別電極 26 を形成し、同じく上下のコモン電極 25 の間の圧電シートにダミーコモン電極 27 を形成し、これらのダミー個別電極 26 と個別電極 24 とを連通するようなスルーホール 32 及びコモン電極 25 とダミーコモン電極 27 とを連通するようなスルーホール 33 をそれぞれ形成することで、上下方向の個別電極 24 同士もしくはコモン電極 25 同士の電氣的接続がダミー個別電極 26 またはダミーコモン電極 27 の各スルーホール 32、33 を介して確実にできるという顕著な効果を奏する。

【0034】また、ダミー個別電極 26、ダミーコモン電極 27 がいない場合、圧電シートを積層したとき、凹凸を生じるが、両電極 26、27 があることで厚さの変化を少なくできる。

【0035】なお、実施形態では、圧電シート 1 枚の厚さが  $30\mu\text{m}$  であり、個別電極 24、コモン電極 25 及び表面電極 30、31 の形成（電極層の厚さは略  $5\mu\text{m}$ ）時における導電材料の塗布にて当該導電材料は各スルーホール 32、33 内に浸入（充填）し得る。圧電シートの 1 枚の厚さが厚い場合には、前記電極（導電）材料の塗布後に塗布面の裏側からの空気の吸引にてスルーホール内への導電材料の浸入（充填）を確実にすることができる。

【0036】また、前記圧電アクチュエータの積層体を、メッキ液中に浸漬し、この状態で各表面電極 30、31 に、細幅の電極パターンを介して通電して電気メッキを行うことにより、前記各表面電極 30、31 の表面に、金属メッキ層を形成するようにしても良い。金属メッキ層は、例えば、ニッケルメッキ層を下地としてその上に金メッキ層を形成するもので、この金属メッキ層の形成により、前記フレキシブルフラットケーブル 40 における各配線パターンの、前記各表面電極 30、31 に対する電氣的接合性を大幅に向上できる。

【0037】なお、本発明では、コモン電極 25 を有する最下層の圧電シートがキャビティシート 10 におけるベースシート 14 と対面するように、個別電極 24 の層とコモン電極 25 との層との積層順序を変えたものにも適用できることはいうまでもなく、また、前記スルーホールにかえて、圧電アクチュエータの積層体の側面（表面電極 30、31 が形成される広幅面と直交する側面）に側面電極を形成し、表面電極 30 は前記側面電極を介して前記個別電極 24 同士、ダミー個別電極 26 同士を電氣的接続させる一方、表面電極 31 は別の箇所の側面電極を介して前記コモン電極 25 同士、ダミーコモン電極 27 同士を電氣的接続させるよう構成したものに適用しても良い。その場合、前記圧電アクチュエータのうち表裏両表面と直交する側面に、少なくとも前記各駆動電極（コモン電極、個別電極等）を露出する凹み溝が設けら

れ、この凹み溝内に、前記駆動電極に電氣的に導通する側面電極が形成されたものであっても良い。

【0038】さらに、本発明は、前記第 1 の方向を圧電アクチュエータ 20 の短辺に沿う方向とし、第 2 の方向を長辺に沿う方向としたものにも適用できる。

【0039】

【発明の作用・効果】以上に説明したように、請求項 1 に記載の発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータは、複数個のノズル及びこの各ノズル毎の圧力室を第 1 の方向に列状に備えたキャビティプレートと、前記各圧力室ごとに駆動させる駆動電極のパターンを表面に形成した圧電シートを積層させて成る圧電アクチュエータとからなり、この圧電アクチュエータを、前記キャビティプレートに、当該圧電アクチュエータにおける各駆動電極が各圧力室に対応するように積層してなる圧電式インクジェットプリンタヘッドにおいて、前記各圧電シートの表面に形成された駆動電極のパターンの切れ目を、積層する圧電シートの 1 枚おき毎に当該圧電シートの前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に適宜ずらせ配置したものである。

【0040】このように構成することにより、圧電アクチュエータ全体として駆動電極のパターンの切れ目の幅が第 2 の方向にずれ、当該切れ目箇所における圧電アクチュエータ全体としての厚さ方向の電極層の密度の第 2 の方向で偏りが少なくなるから、後工程で焼成した後の圧電アクチュエータの第 2 の方向の反り変形量も小さく、且つ穏やかに湾曲したものにできる。その結果、圧電アクチュエータをキャビティプレートに接着固定した場合に、その接着面での隙間（空間）が発生せず、インクジェットとしての製品となった状態でのインク漏れという不良を防止できるという効果を奏する。また、前記接着工程において、圧電アクチュエータとキャビティプレートとの広幅面（接着面）が平坦になるように、両者を押しつける接着圧力も低荷重にできるという効果を奏する。

【0041】そして、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータにおいて、前記駆動電極のうちの各圧力室に対応する個別電極が前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートと、前記駆動電極のうちのコモン電極とダミー個別電極とが切れ目を介して前記第 2 の方向に沿って延びるようにパターン形成された圧電シートとを、前記個別電極及びダミー個別電極の端部が圧電シートの第 1 の方向と平行な一側縁側に位置するように、積層の 1 つおき毎に交互に配置したものである。

【0042】したがって、ダミー個別電極があることで圧電シートを積層したときの厚さの変化を少なくすることができ、上記のように切れ目をずらすことで、電極層の密度の隔たりを少なくすることができ、請求項

1に記載の発明と同じ効果を奏する。

【0043】また、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドにおける圧電アクチュエータにおいて、前記コモン電極のパターンは圧電シートの前記第2の方向の中央側に配置され、個別電極及びダミー個別電極のパターンは前記圧電シートの前記第2の方向の左右両側縁寄り部位に配置したものである。この構成により、2列の個別電極を有する圧電アクチュエータでは、第2の方向の反り変形は、当該圧電シートの前記第2の方向の左右両側縁寄り部位にて発生するが、その変形量を小さくできて、請求項1及び請求項2に記載の発明と同じ効果を奏することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による圧電式インクジェットプリンタヘッドを示す分解斜視図である。

【図2】キャビティープレートと圧電アクチュエータとの一端部を示す拡大斜視図である。

【図3】キャビティープレートの分解斜視図である。

【図4】キャビティープレートの部分的拡大斜視図である。

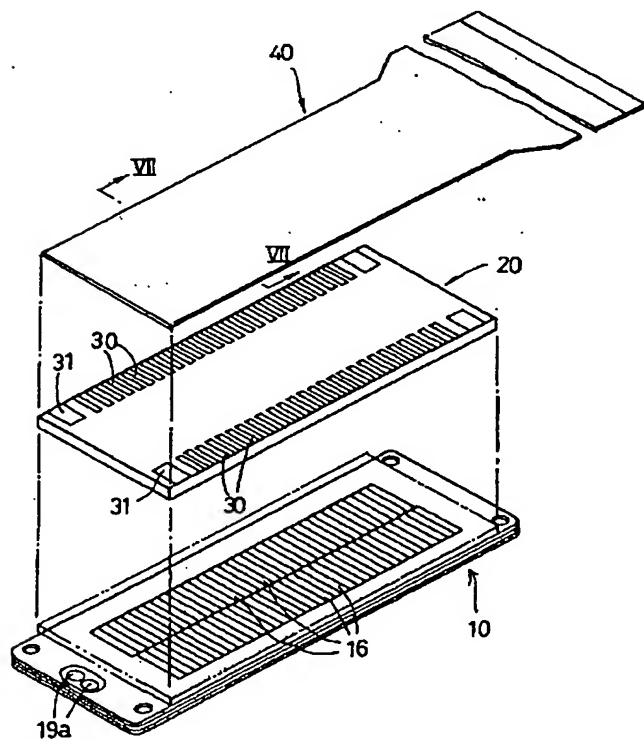
【図5】圧電アクチュエータの分解斜視図である。

【図6】スルーホール部で切断した圧電アクチュエータの部分拡大側断面図である。

【図7】図1のVII-VII線矢視拡大断面図である。

【図8】フレキシブルフラットケーブルとキャビティープレートと圧電アクチュエータとを積層した状態の拡大

【図1】



断面図である。

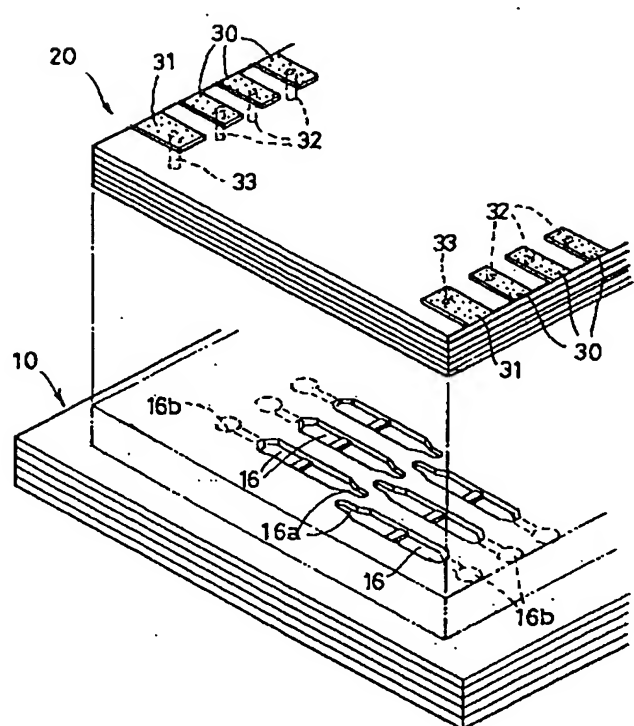
【図9】従来の圧電アクチュエータにおける個別電極とコモン電極とダミー個別電極とのパターンの状態を示す分解斜視図である。

【図10】図9におけるX-X線矢視拡大断面図である。

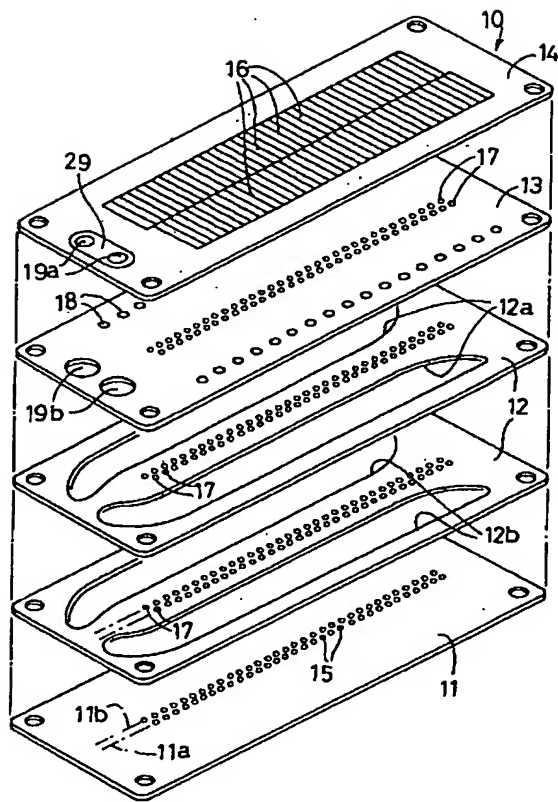
#### 【符号の説明】

- |  |                |
|--|----------------|
| 10   | キャビティープレート     |
| 11   | ノズルプレート        |
| 12   | マニホールドプレート     |
| 13   | スペーサプレート       |
| 14   | ベースプレート        |
| 15   | ノズル            |
| 16   | 圧力室            |
| 20   | 圧電アクチュエータ      |
| 21 a, 21 b, 21 c, 21 d, 21 e, 21 f, 21 g, 22 | 圧電シート          |
| 23   | トップシート         |
| 24   | 個別電極           |
| 25   | コモン電極          |
| 26   | ダミー個別電極        |
| 27   | ダミーコモン電極       |
| 30, 31                                       | 表面電極           |
| 32, 33                                       | スルーホール         |
| 35   | 切れ目            |
| 40   | フレキシブルフラットケーブル |

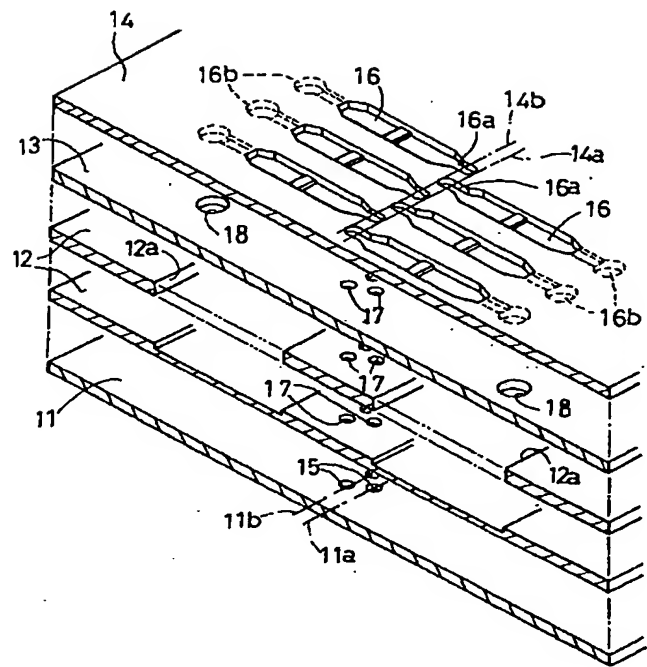
【図2】



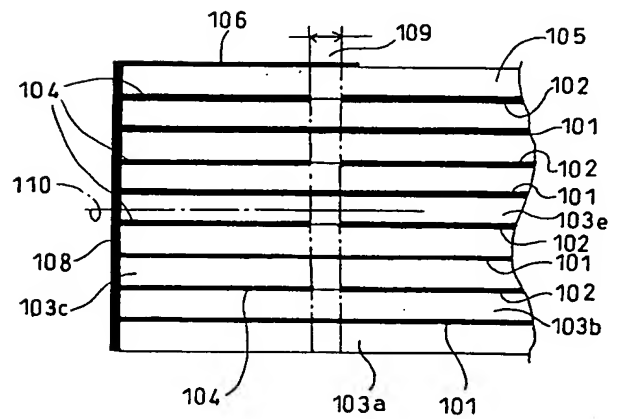
【図 3】



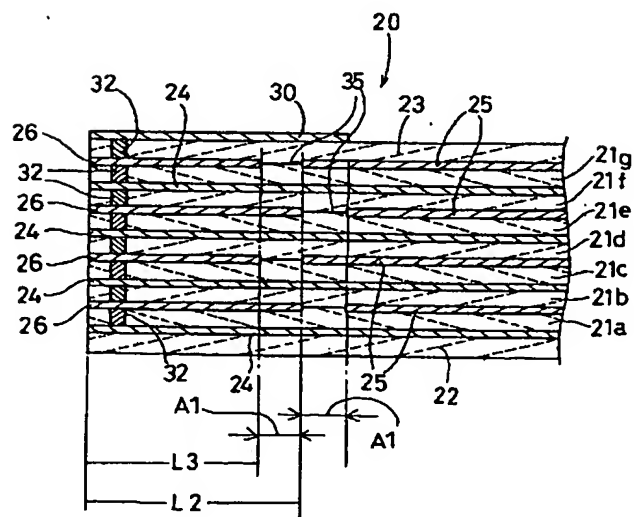
【図 4】



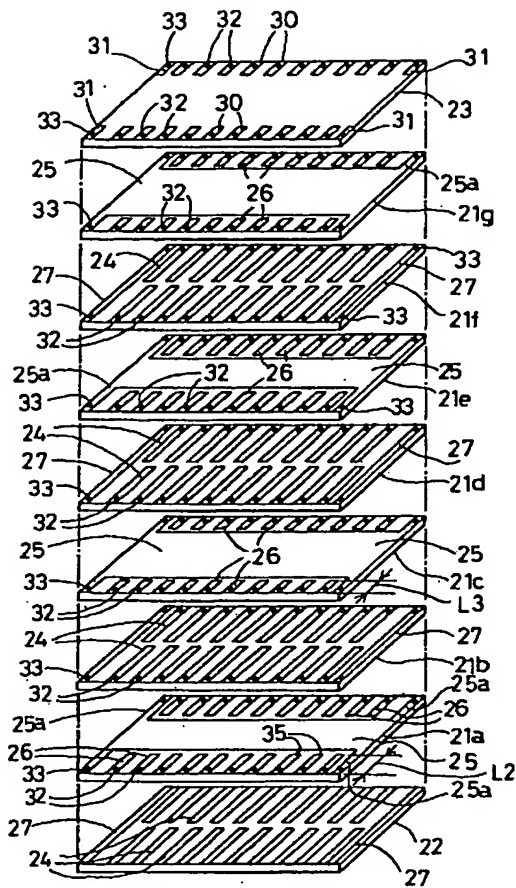
【図 10】



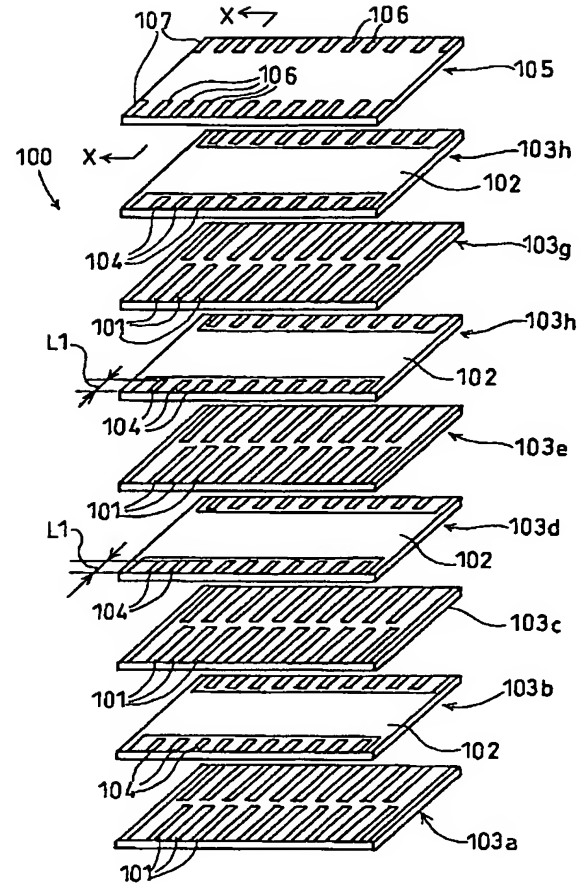
【図 6】



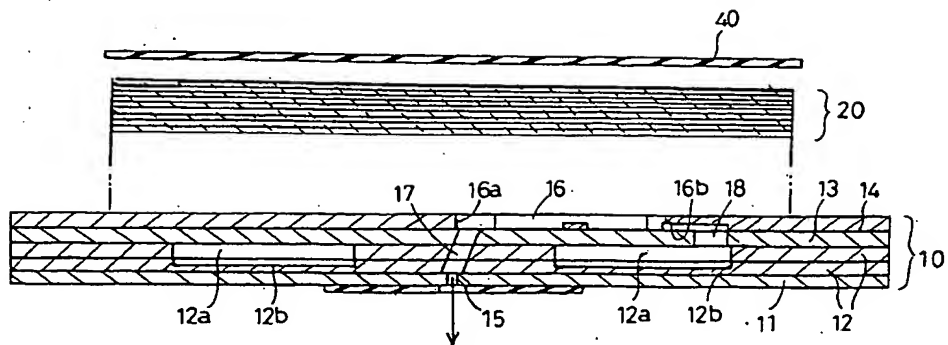
【図 5】



【図 9】



【図 7】



【図 8】

